



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 1 327 692 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.07.2003 Patentblatt 2003/29(51) Int Cl.7: C21D 8/00, C21D 8/02,
C21D 8/10, C21D 1/42

(21) Anmeldenummer: 02028379.2

(22) Anmeldetag: 18.12.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO

(30) Priorität: 11.01.2002 DE 10201009

(71) Anmelder: Salzgitter Flachstahl GmbH
38239 Salzgitter (DE)(72) Erfinder:

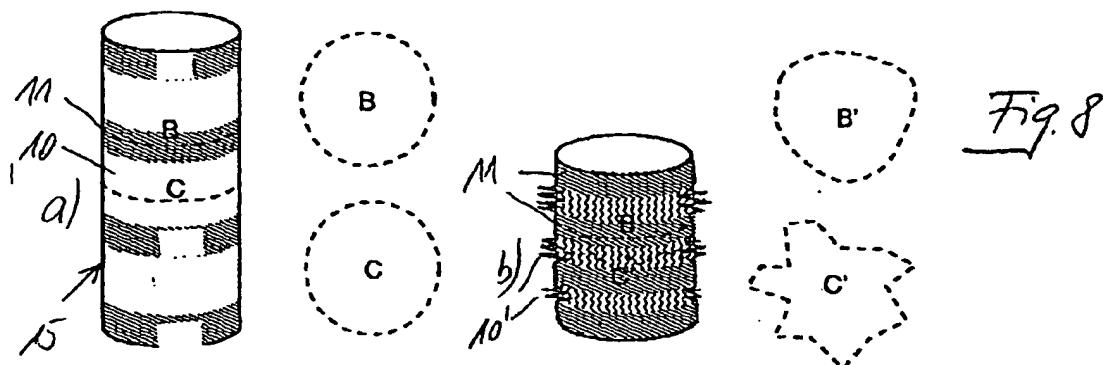
- Hower, Karl-Heinz
38229 Salzgitter-Gebhardshagen (DE)
- Kroos, Joachim, Dr.
38527 Meine (DE)
- Spitzer, Karl-Heinz
38678 Claustal-Zellerfeld (DE)

(74) Vertreter: Lins, Edgar, Dipl.-Phys. Dr.Jur. et al
GRAMM, LINS & PARTNER
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus Stahl und danach hergestelltes Produkt

(57) Zur Herstellung eines Produkts (1, 15) aus Stahl, bei dem ein Stahl mit einer metastabilen ersten Phase, in der der Stahl erste Eigenschaften aufweist, hergestellt und durch mechanische Einflüsse in eine zweite, thermodynamisch stabilere Phase mit von den ersten Eigenschaften zumindest teilweise verschiedenen zweiten Eigenschaften überführt wird, und zur An-

passung des Produkts an besondere Verwendungszwecke das Produkt (1, 15) lokal unterschiedlich durch Veränderung bezüglich der genannten Phasen mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt. Ein erfindungsgemäßes Produkt weist daher über seine Oberfläche und/oder seine Dicke wenigstens zwei unterschiedlich eingestellte Bereich (10, 11) mit unterschiedlichen Eigenschaften des Stahls auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Produkts aus Stahl, bei dem ein Stahl mit einer metastabilen ersten Phase, in der der Stahl erste Eigenschaften aufweist, hergestellt und durch mechanische Einflüsse in eine zweite, thermodynamisch stabilere Phase mit von den ersten Eigenschaften zumindest teilweise verschiedenen zweiten Eigenschaften überführt wird.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Stahlprodukt, das aufgrund seiner Zusammensetzung und seiner Herstellung eine metastabile erste Phase aufweist, in der der Stahl erste Eigenschaften aufweist und die durch mechanische Einflüsse in eine thermodynamisch stabilere, zweite Phase mit von den ersten Eigenschaften zumindest teilweise verschiedenen zweiten Eigenschaften überführbar ist.

[0003] Es sind Stahlsorten bekannt geworden, deren mechanische Eigenschaften durch den sogenannten TRIP-Effekt (Transformation Induced Plasticity) bestimmt werden. Die Verwendung eines derartigen Stahls als Werkstoff für verstiefende Karosserieblechteile ist durch DE 197 27 759 C2 bekannt. Dieser Stahl weist eine Zusammensetzung von 1 bis 6 % Si, 1 bis 8 % Al, 10 bis 30 % Mn, Rest im Wesentlichen Eisen einschließlich üblicher Stahlbegleitelemente auf, wobei $Al + Si \leq 12\%$ (alle Prozentangaben in Masse-%) ist.

[0004] Bei diesen Stählen wird die metastabile erste Phase durch metastabile Austenit gebildet, der sich unter mechanischer Spannung in α' - und/oder e-Martensit oder in Bainit umformt. Demgemäß wird bei einer Verformung des Materials im Rahmen der Werkstoffbearbeitung bzw. bei einer Bauteilbeanspruchung die metastabile austenitische Phase in eine thermodynamisch stabilere Phase, insbesondere Martensit oder Bainit umgewandelt. Bei einer plastischen Verformung des Materials führt diese Umwandlung zu einem Stoppen der Fließvorgänge an den Gleitebenen, sodass die Gesamtverformung sukzessive an einer Vielzahl von Gleitebenen erfolgt, wobei gleichzeitig eine Verfestigung des Materials auftritt. Auf diese Weise werden hohe Festigkeiten bei gleichzeitig hoher Duktilität, insbesondere bei einer hohen Gleichmaßdehnung, also Dehnung ohne lokale Einschnürungen erreicht. Da der Übergang von der ersten Phase zur zweiten Phase nicht schlagartig erfolgt, sind Zwischenstufen herstellbar. Das mit einem derartigen Stahl einstellbare Eigenschaftsspektrum reicht von fest/duktil/schwach-ferromagnetisch bis zu hochfest/mäßigduktil/ferromagnetisch. Die erzielbare Festigkeit bzw. Duktilität des Stahls kann noch durch den sogenannten TWIP-Effekt (Twining Induced Plasticity-Zwillingsbildung) verstärkt werden. Das Anwendungsgebiet derartiger Werkstoffe liegt in der Bereitstellung von Leichtbaustählen, die eine hohe Festigkeit bei einem geringen Gewicht und einer guten Verformbarkeit aufweisen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe

zugrunde, die Einsetzbarkeit des beschriebenen Stahlwerkstoffes zu verbessern und die Ausbildung neuartiger Produkte aus diesem Werkstoff zu ermöglichen.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt lokal unterschiedlich durch Veränderung bezüglich der genannten Phasen mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt wird.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ferner ein Produkt der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, dass es über seine Oberfläche und/oder seine Dicke wenigstens zwei unterschiedliche, durch Veränderung bezüglich der genannten Phasen eingestellte Bereiche mit unterschiedlichen Eigenschaften des Stahls aufweist.

[0008] Das Wesen der vorliegenden Erfindung besteht darin, die aufgrund des Phasenübergangs einstellbaren unterschiedlichen Eigenschaften eines Produkts lokal unterschiedlich auszubilden, sodass das Produkt mit Abschnitten von aufgrund der Phaseneinstellung unterschiedlichen Eigenschaften ausgebildet ist.

[0009] Diese Ausbildung ist dadurch denkbar, dass die mechanischen Spannungen, die zu der Phasenumwandlung führen, nur lokal begrenzt ausgeübt werden. Da eine lokale Ausübung von Spannungen eines Materials nicht immer unproblematisch möglich ist, besteht eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens darin, zunächst das Produkt ganz oder teilweise in die zweite Phase zu überführen und anschließend das Produkt auf wenigstens einem Teilbereich einer lokalen Wärmeeinwirkung derart zu unterwerfen, dass der Stahl in diesem Teilbereich zumindest teilweise wieder in die erste Phase zurückgeführt wird. Dieses Verfahren beruht daher auf der Erkenntnis, dass die Phasenumwandlung von der ersten Phase in die zweite Phase reversibel ist, und zwar durch Wärmeeinwirkung. Beim Erhitzen des Stahlwerkstoffes bis zur Austenittemperatur (A_1) gelingt die Rückumwandlung in die erste Phase, wobei regelmäßig eine Kornfeinung auftritt. Es ist daher möglich, das erfindungsgemäße Produkt zunächst zu formen, wobei die Umwandlung in die zweite Phase mehr oder weniger gleichmäßig stattfindet und anschließend die Eigenschaften des Produkts durch lokale Erwärmungen einzustellen. Ggf. kann dann eine weitere Verformung vorgenommen werden. Die Ausübung einer lokalen Erwärmung ist weit unproblematischer als die Ausübung lokal begrenzter Spannungen. Als mechanische Einwirkung für den Übergang in die zweite Phase kommen insbesondere Umformprozesse, Sandstrahlen und Ultraschalleinwirkungen in Betracht. Die Wärmeeinwirkung kann beispielsweise durch konventionelle Wärmequellen, Laser, Mikrowellen, Strahlungswärme und induktive Wärmeerzeugung erfolgen.

[0010] Bevorzugte Stahlwerkstoffe sind diejenigen, die einen TRIP- bzw. TWIP-Effekt aufweisen. Es wird daher bevorzugt ein Stahlwerkstoff verwendet, dessen Zusammensetzung 10 bis 30 % Mangan, 0 bis 6 % Silizium und 0 bis 8 % Aluminium aufweist. Bevorzugt wer-

den zusätzliche austenitstabilisierende Legierungselemente, wie Cr und Ni mit jeweils bis zu 6 % eingesetzt. Diese Elemente können aufgrund ihrer austenitstabilisierenden Eigenschaft teilweise Mn ersetzen und gleichzeitig vorteilhafte Wirkungen, wie beispielsweise korrosionshemmende Eigenschaften, ausüben. Weitere übliche stahlbegleitende Elemente sind möglich.

[0011] Bei einem derartigen Stahlwerkstoff wird die erste Phase allein oder überwiegend durch metastabilen Austenit und die zweite Phase allein oder überwiegend aus Bainit und/oder Martensit gebildet. Dabei weisen die erste Phase und die zweite Phase auch unterschiedliche magnetische Materialeigenschaften auf. Insbesondere kann die erste Phase nur schwach ferromagnetisch und die zweite Phase deutlich stärker ferromagnetisch sein.

[0012] Diese Ausbildung des Werkstoffs ermöglicht eine selbststeuernde lokale Wärmeeinwirkung, die induktiv vorgenommen wird. Wenn der Werkstoff des Produkts durchgehend in die zweite Phase überführt worden ist, ist der Werkstoff stärker ferromagnetisch und lässt eine gute Einkopplung eines magnetischen Induktionsfeldes zu. Ist das Induktionsfeld stark genug, findet bei der damit verbundenen lokalen Erwärmung des Produkts eine Rückwandlung in die erste, allenfalls nur schwach ferromagnetische Phase statt, wodurch die Einkopplung des Induktionsfeldes verringert wird. Dadurch wird die wirksame Aufheizung des Produkts reduziert, und es stellt sich ein Gleichgewicht ein, in dem ein Teil des Martensits oder Bainits nicht in Austenit zurück gewandelt wird.

[0013] Eine gesteuerte Rückwandlung von Bainit oder Martensit in metastabilen Austenit gelingt auch, wenn eine andere Art der Wärmequelle verwendet wird, beispielsweise eine Laseraufheizung. In diesem Fall ist es zweckmäßig, zusätzlich ein Magnetfeld auf einer Seite des Produkts zu erzeugen und vorzugsweise auf der anderen Seite des Produkts mit einem magnetischen Streufeldsensor ein magnetisches Streufeld zu messen. Solange der Werkstoff stark ferromagnetisch ist, wird durch das Produkt hindurch kein Streufeld gemessen werden können. Ist die Umwandlung des Werkstoffs von der zweiten Phase in die erste Phase zu einem erheblichen Teil durchgeführt, verringert sich die Einkopplung des Induktionsfeldes in das Produkt und es wird ein Streufeld auf der anderen Seite des Produkts messbar. Je nach dem gewünschten Grad der Rückwandlung kann somit die weitere Erwärmung fortgesetzt, reduziert oder abgebrochen werden.

[0014] Statt der Messung eines Streufeldes kann ein zielgerichtet ausgesandtes Messfeld verwendet werden, durch das eine Permeabilitätsmessung des Werkstoffs des Produkts vorgenommen wird.

[0015] Die vorliegende Erfindung ermöglicht die Ausbildung unterschiedlichster Produkte in vorteilhafter Weise zu unterschiedlichsten Anwendungszwecken. Erfindungsgemäß können Produkte mit definierten Abschnitten mit besonderen Eigenschaften, wie beispiels-

weise magnetischen Eigenschaften, einer besonderen Duktilität des Materials zu Verformungszwecken und mit abwechselnden steifen und weichen Abschnitten zur Ausbildung eines definierten Crash-Verhaltens erstellt werden.

[0016] Erfindungsgemäß Produkte können Fertigprodukte, wie Träger, Karosserieteile usw., aber auch Halbfertigprodukte, wie Stahlbänder, -bleche und -profile sein.

10 [0017] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung und zur Beschreibung vorteilhafter Ausführungsformen sind in der beigefügten Zeichnung schematisch Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen:

15 **Figur 1a** eine schematische Darstellung eines Stahlbandes mit einer in der Bandmitte angeordneten Induktorwicklung

20 **Figur 1b** eine schematische Darstellung der sich einstellenden Feldlinien und Ströme für ein ferromagnetisches Band

25 **Figur 1c** eine schematische Darstellung der sich einstellenden Feldlinien und Ströme bei einem nicht ferromagnetischen Band

30 **Figur 2a** eine Darstellung analog Figur 1b mit einem unterhalb des Bandes angeordneten Streufeldsensors bei einem ferromagnetischen Band

Figur 2b die Anordnung gemäß Figur 2a bei einem nicht ferromagnetischen Band

35 **Figur 3a** eine Anordnung zur induktiven lokalen Erwärmung eines Bandes mit einer auf einer Seite des Bandes angeordneten separaten Sendespule und einer auf der anderen Seite des Bandes angeordnete Messspule bei einem ferromagnetischen Band

Figur 3b die Anordnung gemäß Figur 3a bei einem nicht ferromagnetischen Band

45 **Figur 4a** ein Tiefziehwerkzeug mit einem tiefziehenden Blech mit unterschiedlichem Eigenschaftsbereich

50 **Figur 4b** eine schematische Darstellung des Bleches nach dem Tiefziehvorgang

Figur 5 Ansichten der Etappen einer Ausbildung eines Profils durch unterschiedliche Bereichsausbildungen in Kombination mit Reckvorgängen

Figur 6a ein Blech mit unterschiedlichen Eigenschaftsbereichen

Figur 6b das abgekantete Blech aus Figur 6a

Figur 7a ein herkömmlicher rohrförmiger Träger

Figur 7b ein herkömmlicher, durch mechanische Belastung kollabierter rohrförmiger Träger

Figur 8a ein erfindungsgemäßer rohrförmiger Träger mit Zonen unterschiedlicher Festigkeiten

Figur 8b der durch mechanische Spannung kollabierte rohrförmige Träger gemäß Figur 8a.

[0018] Figur 1a lässt ein bandförmiges Produkt 1 erkennen, über dem eine von hochfrequentem Strom durchflossene Induktionsspule 2 angeordnet ist. Aufgrund des durch Windungen 3 der Induktionsspule 2 fließenden Stroms wird ein Magnetfeld 4 induziert, dessen Magnetfeldlinien in Figur 1b veranschaulicht sind. Das bandförmige Produkt 1 ist vollständig in die zweite, ferromagnetische Phase überführt worden, sodass sich die Magnetfeldlinien des Magnetfeldes 4 in dem Produkt 1 konzentrieren und zu einer starken Erwärmung mit einem induzierten Stromfluss 5 führen. In Figur 1b ist schematisch dargestellt, dass die Richtung des induzierten Stroms 4 entgegengesetzt zum Stromlauf in den Windungen 3 der Induktionsspule 2 verläuft.

[0019] Wenn durch den Induktionsstrom 5 der Bereich des bandförmigen Produkts 1 so stark aufgeheizt wird, dass eine Rückführung in die erste, austenitische Phase erfolgt, wird das so aufgeheizte bandförmige Produkt 1 in dem aufgeheizten Bereich nicht-ferromagnetisch, im Allgemeinen austenitischparamagnetisch. Hieraus resultiert ein Verlauf des Magnetfeldes 4 wie er in Figur 1c dargestellt ist, durch den nur eine schwache Ausbildung von Induktionsströmen 5 erfolgt.

[0020] Die Form der Induktionsspule 2 kann an den zu erwärmenden Bereich des bandförmigen Produkts 1 angepasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Induktionsspule 2 über das Produkt 1 bewegt werden.

[0021] Die Einstellbarkeit des Martensit-/Bainitanteils lässt sich weiter verbessern, wenn die Induktorleistung und/oder die Frequenz des Hochfrequenzstroms geregelt wird.

[0022] Figur 2a zeigt die Anordnung gemäß Figur 1b, jedoch mit einer unterhalb des bandförmigen Produkts 1 angeordneten Sensorspule 6 zur Messung eines Streufeldes.

[0023] Solange das Produkt 1 ferromagnetisch ist, ist an der Spule 6 praktisch kein Streufeld vorhanden, da sich das Magnetfeld 4 in dem Produkt 1 konzentriert. Wenn durch die damit verbundene Aufheizung das Produkt 1 paramagnetisch wird (entsprechend Figur 1c) gelangt ein Streufeld gemäß Figur 2b zur Sensorspule 6, wodurch ein den Phasenübergang von der zweiten Phase zur ersten Phase charakterisierendes Messsignal erzeugt wird.

[0024] Die Anordnung gemäß Figur 3a und 3b zeigt eine Sendespule 7, die unabhängig von der Induktionsspule ist. Das Feld der Sendespule wird durch die auf der anderen Seite des Produkts 1 angeordnete Messspule 6 gemessen, wenn die Permeabilität des Produkts 1 durch den Übergang in die paramagnetische erste Phase abnimmt.

[0025] Figur 4a und Figur 4b zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung eines bandförmigen Produkts 1 für einen Tiefziehprozess mit einem Stempel 8 und einer Tiefziehmatrix 9.

[0026] Das Produkt 1 ist dabei erfindungsgemäß in drei Bereiche 10, 11 aufgeteilt, wobei ein mittlerer, vom Stempel 8 beaufschlagter Bereich 10 relativ weich mit einer hohen Duktilität ist, während die beiden Randbereiche 11 eine höhere Festigkeit und eine geringere Duktilität aufweisen. Durch das Ziehwerkzeug 8, 9 wird gemäß Figur 4b eine topfförmige Verformung des Produkts 1 erreicht, bei dem der mittlere Bereich 10 zu einem dünnen Topfboden führt, während die Randbereiche 11 dickwandigere Randbereiche ausbilden.

[0027] Durch die mechanische Spannung verfestigt sich der dünnwandige Topfboden im mittleren Bereich 10, sodass ein festes Produkt entsteht, das aufgrund der Ausgangsgestaltung gemäß Figur 4a eine spezielle Wanddicke gestaltung gemäß 4b ermöglicht.

[0028] Figur 5 zeigt eine spezielle Wanddicke gestaltung, die sich bei Reckvorgängen ergibt. Figur 5 zeigt in einer Ansicht ein Produkt 1, das ebenfalls in drei Bereiche 10, 11, mit einem zentralen weichen Bereich 10 und zwei festeren Randbereichen 11, aufgeteilt ist. An den festeren Randbereichen 11 greift eine Reckzange 12 an, durch die das Produkt 1 gereckt wird. Durch den Reckvorgang entsteht aus dem weichen Bereich 10 ein gereckter dünnwandiger Mittenbereich 10', während die Seitenbereiche 11 als weniger duktile Bereiche fast unverändert bleiben.

[0029] In der nächsten Darstellung der Figur 5 in Querrichtung ist das Profil durch lokale Wärmebehandlung in drei feste Bereiche 11 und einen weichen Bereich 10 aufgeteilt, wobei der weiche Bereich 10 einen mittleren festen Bereich 11 vollständig umschließt. Durch eine Querreckzange 13 wird eine Querreckung durchgeführt, durch die sich unterhalb und oberhalb des mittleren festen Bereichs 11 ein Querprofil mit einem mittleren gereckten Bereich 10' und festen Randbereichen 11 ergibt, wobei der mittlere Bereich 10' durch den Reckvorgang verfestigt ist (Querprofil A).

[0030] Auf der Höhe des mittleren festen Bereichs 11 hingegen bilden sich zwei gereckte Abschnitte 10' aus dem weichen Bereich 10 zwischen den festen Endabschnitten 11 und dem festen mittleren Bereich 11 aus. Es ergibt sich somit ein Querprofil, wie es als Querprofil B in Figur 5 dargestellt ist.

[0031] Durch Recken und Wärmebehandlung können somit gezielt Produkte 1 mit unterschiedlichen Wanddicken hergestellt werden.

[0032] Figur 6 verdeutlicht die Formgebung eines

Produkts 1 mit einem mittleren weichen Bereich 10 und zwei festen Randbereichen 11. Durch Abkantung wird ein U-förmiges Produkt 1 produziert, das sich in dem weichen Bereich 10 leicht zu der U-Form verformen lässt und so einen verformten und durch die Verformung verfestigten Bereich 10' ausbildet.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich zur Bildung von Produkten 1 mit vorteilhafterm Verformungsverhalten ausnutzen. Figur 7a zeigt einen herkömmlichen rohrförmigen Träger 14 mit einem kreisrunden Querschnitt A. Kollabiert dieser rohrförmige Träger 14 aufgrund eines zu großen mechanischen Drucks, deformiert sich sein Querschnitt A' im kollabierten Bereich erheblich, wobei der rohrförmige Träger 14 nur geringe mechanische Energie durch sein Deformationsverhalten absorbieren kann.

[0034] Ein erfindungsgemäßer rohrförmiger Träger 15 besteht hingegen aus weichen Bereichen 10 und festen Bereichen 11, die abwechselnd in Längsrichtung ringförmig angeordnet sind und kreisrunde Querschnitte B, C aufweisen.

[0035] Im Falle eines Kollabierens dieses rohrförmigen Trägers 15 werden die festen Bereiche 11 kaum verformt, was an dem noch nahezu kreisförmigen Querschnitt B' in Figur 8b verdeutlicht wird. Die weichen Bereiche 10' verformen sich hingegen stark und bilden sternartige Querschnitte C' aus, die einen hohen Verformungsanteil, und damit eine hohe Energieaufnahme durch die Verformung bewirken. Das erfindungsgemäße Produkt 15 ist daher für eine axiale Energieaufnahme im Crash-Fall besonders geeignet.

[0036] Ein ähnlicher Effekt wie durch die dargestellten ringförmigen Zonen lässt sich mit spiralförmig verlaufenden Zonen 10, 11 erreichen.

[0037] Werden in einem Rohr Zonen mit hoher Festigkeit in Längsrichtung angeordnet, ergibt sich ein hoher Widerstand gegen eine axiale Verformung bei einem weichen, also energieverzehrenden Torsionsverhalten.

[0038] Die erfindungsgemäßen Produkte 1, 15 lassen sich daher für verschiedene Anwendungszwecke "maßschneidern" und eröffnen völlig neue vorteilhafte Perspektiven mit einfachen Fertigungsverfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauprodukts (1, 15) aus Stahl, bei dem ein Stahl mit einer metastabilen ersten Phase, in der der Stahl erste Eigenschaften aufweist, hergestellt und durch mechanische Einflüsse in eine zweite, thermodynamisch stabilere Phase mit von den ersten Eigenschaften zumindest teilweise verschiedenen zweiten Eigenschaften überführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauprodukt (1, 15) lokal unterschiedlich durch Veränderung bezüglich der genannten Phasen mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst das Bauprodukt (1, 15) ganz oder teilweise in die zweite Phase überführt wird und dass anschließend das Produkt (1, 15) auf wenigstens einem Teilbereich einer lokalen Wärmeinwirkung derart unterworfen wird, dass der Stahl in diesem Teilbereich zumindest teilweise wieder in die erste Phase zurückgeführt wird.

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die metastabile erste Phase ein Austenit und die zweite Phase Bainit oder Martensit ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Wärmeinwirkung induktiv vorgenommen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Wärmeinwirkung mittels einer gesteuert auf das Produkt (1, 15) lokal ausgerichteten Wärmequelle vorgenommen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Magnetfeld erzeugt und auf das Produkt (1, 15) ausgerichtet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeinwirkung mit Hilfe einer Sensorspule (6) gesteuert wird.

8. Stahlprodukt, das aufgrund seiner Zusammensetzung und seiner Herstellung eine metastabile erste Phase aufweist, in der der Stahl erste Eigenschaften aufweist und die durch mechanische Einflüsse in eine thermodynamisch stabilere, zweite Phase mit von den ersten Eigenschaften zumindest teilweise verschiedenen zweiten Eigenschaften überführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass es über seine Oberfläche und/oder seine Dicke wenigstens zwei unterschiedliche, durch Veränderung bezüglich der genannten Phasen eingestellte Bereiche (10, 11) mit unterschiedlichen Eigenschaften des Stahls aufweist.

9. Stahlprodukt nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Phase durch metastabilen Austenit und die zweite Phase durch Bainit und/oder Martensit gebildet ist.

10. Stahlprodukt nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Phase aus einer Mischung aus metastabilem Austenit und Bainit und/oder Martensit gebildet ist.

11. Stahlprodukt nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Phase und die zweite Phase unterschiedliche Materialei-

genschaften aufweisen.

12. Stahlprodukt nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Phase nicht oder nur schwach ferromagnetisch und die zweite Phase deutlich stärker ferromagnetisch ist. 5
13. Stahlprodukt nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ausgebildet als bandförmiges Produkt (1) mit über eine Dimension des Bandes erstreckten bezüglich der Härte unterschiedlichen Bereichen (10, 11). 10
14. Stahlprodukt nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ausgebildet als länglicher Träger mit in Längsrichtung ausgebildeten Bereichen (10, 11) hoher und niedriger Festigkeit. 15
15. Stahlprodukt nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ausgebildet als länglicher Träger mit in senkrecht zur Längsrichtung stehenden Ebenen aneinander anschließenden Bereichen (10, 11) unterschiedlicher Festigkeit. 20

25

30

35

40

45

50

55

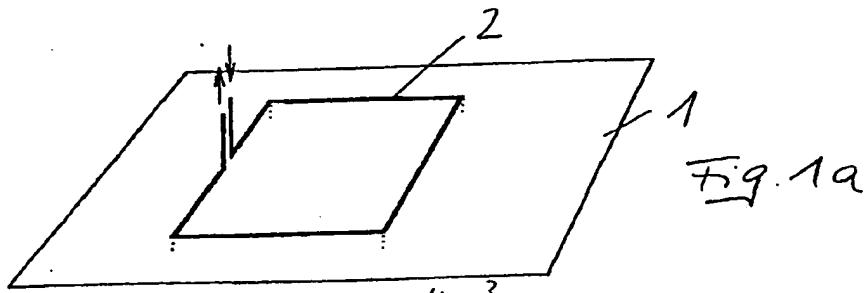


Fig. 1a

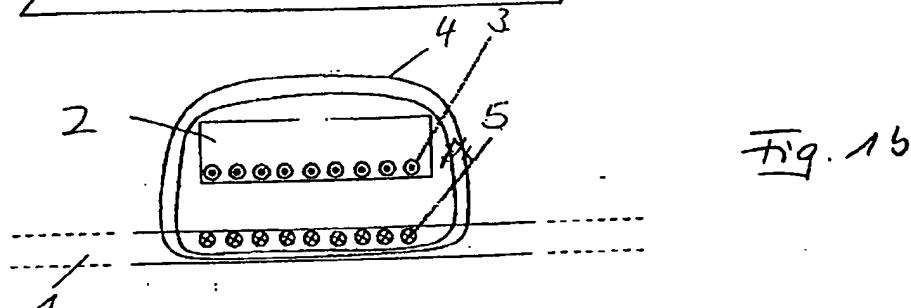


Fig. 1b

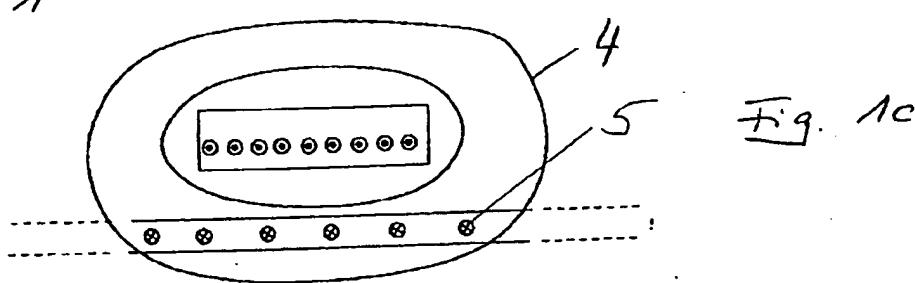


Fig. 1c

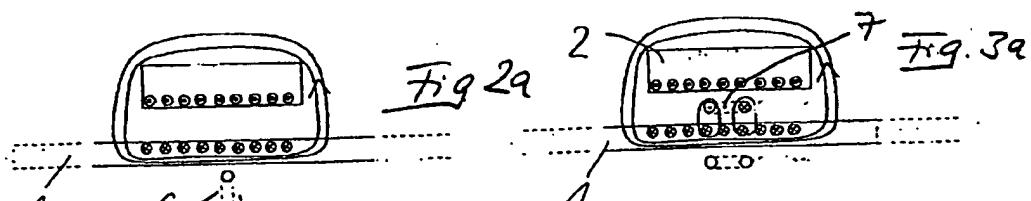


Fig. 2a

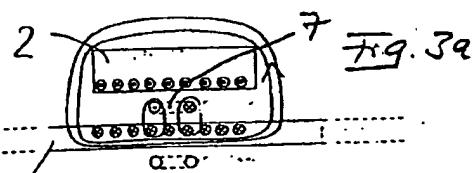


Fig. 3a

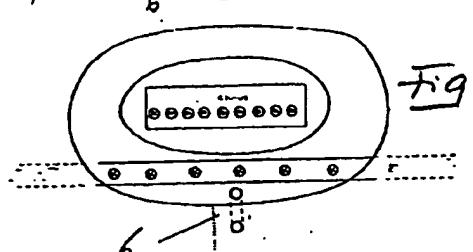


Fig. 2b

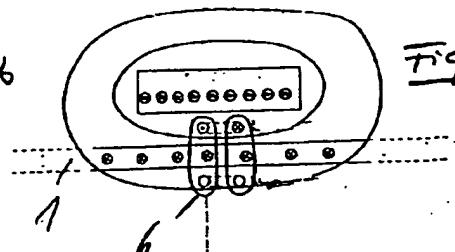


Fig. 3b

